


**Profesor
Marco Manrique**



FÍSICA

GRUPO PITÁGORAS



INTRODUCCIÓN



CALOR POR CAMBIO DE TEMPERATURA

EQUILIBRIO TÉRMICO

CALOR POR CAMBIO DE FASE



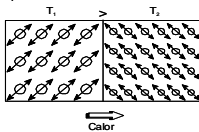
CALOR

Temperatura :

Magnitud escalar que nos indica el grado de agitación molecular, mide la energía cinética promedio las moléculas de un cuerpo, se mide en el Sistema Internacional de Unidades en Kelvin (K) pero alternativamente se suele utilizar también el grado Celsius (°C)

Calor :

Se denomina así a la energía transferida entre los objetos en virtud de su diferencia de temperaturas, el calor fluye de manera natural de los cuerpos calientes hacia los cuerpos fríos, hasta que el sistema alcanza el equilibrio térmico





CALOR

Equilibrio térmico:

Es aquel estado de los cuerpos en el cual poseen la misma temperatura la que se denomina temperatura de equilibrio (Te) en dicho estado no hay transferencia de calor entre los cuerpos.

Formas de transferencia del calor

1. Por conducción
2. Por radiación
3. Por convección

Unidades de calor

Siendo el calor energía su unidad natural es el Joule (J), pero todavía se utilizan unidades prácticas como la caloría (cal) y la kilocaloría (kcal)

$1 \text{ caloría} = 4,186 \text{ Joule}$


$$1 \text{ kilocaloría} = 1\,000 \text{ calorías}$$



CALOR

Calor específico (Ce)

Esta magnitud es una característica de cada sustancia que nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a cada unidad de masa para que su temperatura cambie en una unidad.



$$c_e = \frac{Q}{m \Delta T} \quad \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Fórmula del calor sensible : Se usa cuando el cuerpo cambia su temperatura.

$Q = C_e m \Delta T$

CEMATA

Calor ganado Q(+)

Calor perdido Q(-)



CALOR

Algunos valores típicos son :

$$C_{E(\text{agua})} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_{E(\text{hielo})} = C_{E(\text{vapor de agua})} = 0,5 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Capacidad calorífica (C)

Esta magnitud no es característica de los materiales, es proporcional a la masa del cuerpo, nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a un cuerpo para que la temperatura de todo el cuerpo varíe una unidad.

$C = m C_e \quad \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$

m = masa del cuerpo
C_e = calor específico del material

Conservación de la energía EQUILIBRIO TERMICO

Al colocar en contacto cuerpos a diferentes temperatura ellos intercambian calor hasta alcanzar el equilibrio térmico para esto todo el calor ganado por los cuerpos fríos en valor debe ser igual al calor perdido por los cuerpos calientes.

$$|Q_{\text{ganado}}| = |Q_{\text{perdido}}| \rightarrow \sum Q = 0$$

Calorímetro de mezclas

Se denomina así a un recipiente térmicamente aislado del medio ambiente

Equivalente en agua de un calorímetro (c_{agua})

Es la masa de agua hipotética capaz de ganar o ceder igual cantidad de calor que el calorímetro al experimentar igual variación de temperatura

$$E_{\text{agua}} = \frac{m_c c_{\text{c}}}{c_{\text{E(agua)}}}$$

m_c = masa del calorímetro

c_{c} = calor específico del calorímetro

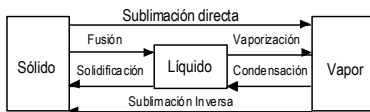
$c_{\text{E(agua)}}$ = calor específico del agua

Cambio de fase

Es aquel proceso por el cual cambia el ordenamiento molecular dentro de un material, lo que se presenta cuando la sustancia pasa de sólido a líquido de líquido a vapor o viceversa

Características

01. Las temperaturas de cambio de fase dependen de la presión externa que soporte el material
02. Si la presión externa se mantiene constante, el cambio de fase sucede isotéricamente

**Calor latente específico(L)**

Esta magnitud es una característica de cada material, nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a cada unidad de masa para producir cambio de fase, bajo condiciones adecuadas de presión y temperatura. Algunos valores típicos son:

$$\begin{aligned} P = 1 \text{ atm} \\ T = 0^\circ\text{C} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Fusión (hielo)} = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \\ \text{Solidificación (agua)} = -80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \end{array} \right. \\ \\ P = 1 \text{ atm} \\ T = 100^\circ\text{C} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Vaporización (agua)} = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \\ \text{Condensación (vapor de agua)} = -540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \end{array} \right. \end{aligned}$$

En todo cambio de fase :

$$Q = mL$$

Q = calor de transformación o de cambio de fase

m = masa que cambia de fase

L = calor latente correspondiente

PROBLEMAS

PROBLEMA 01

01. A la temperatura de 28°C un calorímetro cuyo equivalente en agua es 50 g contiene 300 g de agua. ¿Cuál sería la temperatura de equilibrio cuando en él colocamos 2 kg de plomo a la temperatura de 200°C? $C_e(\text{Pb}) = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- A) 53,2°C B) 42,2°C C) 32,2°C
D) 38,1°C E) 48,2°C

RESOLUCIÓN 01

1

28°C $T_{eq}=?$ 200°C
 $E_g-H_2O=50\text{g}$ } $m_{H_2O}=350\text{g}$ $m_{Pb}=2000\text{g}$
 $m_{H_2O}=300\text{g}$ } $C_{ePb}=0,03 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$
 $\Sigma Q=0 \Rightarrow Q_1=Q_2$
 $C_{e.H_2O} \cdot m_{H_2O} \cdot (T_{eq}-28) = C_{ePb} \cdot m_{Pb} \cdot (200-T_{eq})$
 $1.350 \cdot (T_{eq}-28) = 0,03 \cdot 2000 \cdot (200-T_{eq})$
 $350T_{eq} - 350 \cdot 28 = 60 \cdot 200 - 60T_{eq}$
 $410T_{eq} = 10500$
 $T_{eq} = 53,2^\circ\text{C} \downarrow \text{A}$

PROBLEMA 02

02. Un calorímetro de 50 g contiene 100 g de perdigones de aluminio a la temperatura de 20°C. En él se deposita 100 g de agua a 100°C a la presión de 1 atmósfera.
- $C_e(\text{calorímetro}) = 0,1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
 $C_e(\text{aluminio}) = 0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- A) 72°C B) 84°C C) 46°C
D) 32°C E) 64°C

RESOLUCIÓN 02

2

20°C T_{eq} 100°C
 $m_P=100\text{g}$ $m_{H_2O}=100\text{g}$
 $m_{cal}=50\text{g}$
 $C_e=0,1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$
 $C_{eP}=0,2 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$
 $\Sigma Q=0$
 $Q_1+Q_2=Q_3$
 $C_{e.cal} \cdot m_{cal} \cdot \Delta T + C_{e.P} \cdot m_P \cdot \Delta T = C_e \cdot m_{H_2O} \cdot \Delta T$
 $0,1 \cdot 50 \cdot (T-20) + 0,2 \cdot 100 \cdot (T-20) = 1 \cdot 100 \cdot (100-T)$
 $5T - 100 + 20T - 400 = 10000 - 100T$
 $125T = 10500$
 $T = 84^\circ\text{C} \downarrow \text{B}$

PROBLEMA 03

03. Encontrar la temperatura de una varilla metálica, sabiendo que si es colocada en 400 g de agua a 20°C la temperatura de equilibrio llega a ser 50°C, pero si se introdujera en 1 400 g de aceite a 25°C el equilibrio se alcanzaría a 40°C.
- $C_e(\text{aceite}) = 0,8 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- A) 25°C B) 45°C C) 65°C
D) 75°C E) 85°C

RESOLUCION 03

③

$M = 400g$
 M_{H_2O}
 $20^\circ C$
 $T_1 = 50^\circ C$
 $T_2 = ?$
 $M = 1400g$
 M_{Ac}
 $25^\circ C$
 $T_1 = 40^\circ C$
 $T_2 = ?$

$\sum Q = 0$
 $Q_{H_2O} = Q_V$
 $C_{H_2O} \cdot M_{H_2O} \cdot \Delta T_{H_2O} = C_V \cdot m_V \cdot \Delta T_V$
 $400(30) = C_V \cdot m_V \cdot (T_V - 50) \dots (1)$
 $0,8 \cdot (400(15)) = C_V \cdot m_V \cdot (T_V - 40) \dots (2)$
 $(1) \div (2): \frac{120}{160} = \frac{T_V - 50}{T_V - 40}$
 $\frac{3}{4} = \frac{T_V - 50}{T_V - 40}$
 $3(T_V - 40) = 4(T_V - 50)$
 $3T_V - 120 = 4T_V - 200$
 $-T_V = -80$
 $T_V = 80^\circ C$

PROBLEMA 04

04. Determinar la cantidad mínima de calor que se debe entregar a 20 g de hielo ($C_{\text{hielo}} = 0,5 \text{ cal/gr.}^\circ C$) que se encuentra a $-10^\circ C$ para que se pueda vaporizar
- A) 10 800 cal B) 100 cal C) 1 600 cal
D) 12 000 cal E) 14 500 cal

RESOLUCION 04

④

$M = 20g$
 M_{hielo}
 $-10^\circ C$
 $0^\circ C$
 $100^\circ C$
 $C_e = 0,5 \frac{\text{cal}}{g^\circ C}$
 $C_{\text{hielo}} = 0,5 \frac{\text{cal}}{g^\circ C}$
 $L_F = 80 \frac{\text{cal}}{g}$
 $L_V = 540 \frac{\text{cal}}{g}$
 $C_a = 1 \frac{\text{cal}}{g^\circ C}$
 $Q_T = ?$

$Q_1 = C_e \cdot M \cdot \Delta T = 0,5 \cdot 20 \cdot 10 = 100 \text{ cal}$
 $Q_2 = M \cdot L_F = 20 \cdot 80 = 1600 \text{ cal}$
 $Q_3 = C_a \cdot M \cdot \Delta T = 1 \cdot 20 \cdot 100 = 2000 \text{ cal}$
 $Q_4 = M \cdot L_V = 20 \cdot 540 = 10800 \text{ cal}$
 $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$
 $Q_T = 100 + 1600 + 2000 + 10800$
 $Q_T = 14500 \text{ cal}$

PROBLEMA 05

05. ¿Qué cantidad de calor necesita 1 g de agua que está a $100^\circ C$ para vaporizarse?
- A) 80 cal B) 160 cal C) 320 cal
D) 400 cal E) 540 cal

RESOLUCIÓN 05

⑤

$M = 1g$
 M_{H_2O}
 $L_V = 540 \frac{\text{cal}}{g}$
 $Q = M \cdot L_V$
 $Q = 1 \cdot 540$
 $Q = 540 \text{ cal}$

PROBLEMA 06

06. En un recipiente se tiene 200 g de hielo a $-5^\circ C$. ¿Qué masa de agua a $100^\circ C$ debe ingresar, para derretir todo el hielo justamente?
- A) 150 g B) 165 g C) 180 g
D) 120 g E) 5 g

RESOLUCION 06

6

-5°C $T_{\text{eq}} = 0^{\circ}\text{C}$ 100°C
 $M_{\text{hielo}} = 200\text{g}$ $M_{\text{H}_2\text{O}} = M = ?$

$\sum Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $C_e \cdot M_{\text{hielo}} \cdot \Delta T + M_{\text{hielo}} \cdot L = C_e \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T$
 $0,5 \cdot 200 \cdot (5) + 200 \cdot 80 = 1 \cdot M \cdot 100$
 $5 + 160 = M$
 $\therefore M = 165\text{g} \rightarrow \textcircled{\text{B}}$

PROBLEMA 07

07. En un calorímetro ideal se tiene en equilibrio térmico 200 g de H_2O y 100 g de hielo. Si el rendimiento en el calentamiento es del 70%. ¿Cuántas calorías debe suministrarse para que la temperatura final sea 20°C ?
- A) 14 000 cal B) 9 800 cal C) 20 000 cal
D) 18 000 cal E) 12 666 cal

RESOLUCIÓN 07

7

0°C 20°C

$M_{\text{H}_2\text{O}} = 200\text{g}$ $M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$
 $M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$ $M_{\text{H}_2\text{O}} = 300\text{g}$

$Q_1 = M_{\text{hielo}} \cdot L = 100 \cdot 80 = 8000\text{ cal}$
 $Q_2 = C_e \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T = 1 \cdot 300 \cdot 20 = 6000\text{ cal}$
 $Q_{\text{util}} = Q_1 + Q_2 = 14000\text{ cal}$
 $\eta = \frac{Q_{\text{util}}}{Q_{\text{entregado}}} \Rightarrow 70\% = \frac{14000}{Q_{\text{entregado}}}$
 $\therefore Q_{\text{entregado}} = 20000\text{ cal} \rightarrow \textcircled{\text{C}}$

PROBLEMA 08

08. Un calorímetro cuyo equivalente en agua es de 10 g contiene 200 g de agua y 100 g de hielo en equilibrio térmico. Se deja caer dentro del calorímetro 5 000 g de plomo a 200°C . La temperatura final aproximada es: ($C_{e,\text{pl}} = 0,03\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)
- A) 28°C B) 38°C C) $47,8^{\circ}\text{C}$
D) 58°C E) 68°C

RESOLUCIÓN 08

8

0°C $T_{\text{eq}} = ?$ 200°C

$M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$ $M_{\text{H}_2\text{O}} = 200\text{g}$ $M_{\text{pl}} = 5000\text{g}$
 $M_{\text{H}_2\text{O}} = 200\text{g}$ $M_{\text{H}_2\text{O}} = 310\text{g}$ $C_{e,\text{pl}} = 0,03\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
 $E_{\text{g-H}_2\text{O}} = 10\text{g}$ $C_{e,\text{calorímetro}} = 10\text{g}$

$\sum Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $M_{\text{hielo}} \cdot L + C_e \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (T_{\text{eq}} - 0) = C_e \cdot M_{\text{pl}} \cdot (200 - T_{\text{eq}})$
 $100 \cdot 80 + 1 \cdot 310 \cdot T_{\text{eq}} = 0,03 \cdot 5000 \cdot (200 - T_{\text{eq}})$
 $800 + 31 \cdot T_{\text{eq}} = 3000 - 15 T_{\text{eq}}$
 $T_{\text{eq}} = \frac{2200}{46} \therefore T_{\text{eq}} = 47,8^{\circ}\text{C} \rightarrow \textcircled{\text{C}}$

PROBLEMA 09

09. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable se tiene "X" gramos de hielo a 0°C , en contacto con "Y" gramos de vapor de agua a 100°C . Determinar la

relación entre X e Y, para lograr que todo el contenido logre su equilibrio térmico, obteniendo sólo líquido a 100°C

- ($L_v = 80\text{ cal/g}$; $L_f = 540\text{ cal/g}$)
- A) $X = 3Y$ B) $Y = 3X$ C) $X = Y$
D) $X = 4Y$ E) $Y = 4X$

RESOLUCIÓN 09

⑨

0°C
 $M_{\text{hielo}} = X$
 $T_{\text{eg}} = 100^\circ\text{C}$
 $M_{\text{vapor}} = Y$

EQUILIBRIO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$M_{\text{hielo}} \cdot L_f + C_e \cdot M \cdot \Delta T = M_v \cdot L_v$$

$$X \cdot 80 + 1 \cdot X \cdot 100 = Y \cdot 540$$

$$180X = 540Y$$

$$0. X = 3Y \quad \text{A}$$

PROBLEMA 10

10. A 10 kg de un líquido "X" cuya temperatura es 50°C se le agrega 1 kg de hielo a -50°C si se derrite totalmente el hielo resultando que la mezcla adquiere una temperatura de 30°C . ¿Cuál es el calor específico del líquido "X"?
- $C_{e(\text{hielo})} = 0,5 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
 $L_f(\text{hielo}) = 80 \text{ kcal/kg}$
- A) $0,675 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ B) $0,975 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
 C) $1,475 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ D) $2,425 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
 E) $0,115 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

RESOLUCIÓN 10

⑩

-50°C
 0°C
 $T_{\text{eg}} = 30^\circ\text{C}$
 50°C

$M = 1 \text{ kg}$
 $M_{\text{hielo}} = 1 \text{ kg}$
 $C_{e(\text{hielo})} = 0,5 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
 $L_f = 80 \text{ kcal/kg}$

$M_x = 10 \text{ kg}$
 $C_{eX} = ?$

EQUILIBRIO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$$

$$C_e \cdot m \cdot \Delta T + M \cdot L_f + C_e \cdot m \cdot \Delta T = C_{eX} \cdot M_X \cdot \Delta T_X$$

$$0,5 \cdot 1 \cdot 50 + 1 \cdot 80 + 1 \cdot 1 \cdot 30 = C_{eX} \cdot 10 \cdot 20$$

$$135 = C_{eX} \cdot 200$$

$$0. C_{eX} = 0,675 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \quad \text{A}$$

PROBLEMA 11

11. ¿Qué masa de hielo a 0°C hay que echar en 1 500 g de agua a 49°C para que la mezcla quede a 6°C ?
- A) 0,75 kg B) 0,16 kg C) 0,5 kg
 D) 2 kg E) 1 kg

RESOLUCIÓN 11

⑪

0°C
 $T_{\text{eg}} = 6^\circ\text{C}$
 49°C

$M = ? = M$
 $M_{\text{hielo}} = 1500 \text{ g}$

EQUILIBRIO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$M_h \cdot L_f + C_e \cdot m \cdot \Delta T = C_e \cdot M \cdot \Delta T$$

$$m \cdot 80 + 1 \cdot m \cdot 6 = 1 \cdot 1500 \cdot (49 - 6)$$

$$86m = 1500(43)$$

$$m = 750 \text{ g}$$

$$0. m = 0,75 \text{ kg} \quad \text{A}$$

PROBLEMA 12

12. Una bala de plomo de masa 5 g se mueve con una energía cinética de 12,6 J, choca contra un blanco y queda en reposo. ¿Cuál es el incremento en la temperatura de la bala si no hay flujo de calor hacia el medio ambiente? ($C_{ePb} = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$)
- A) $40,2^\circ\text{C}$ B) $20,1^\circ\text{C}$ C) $30,6^\circ\text{C}$
 D) 50°C E) $15,3^\circ\text{C}$

RESOLUCIÓN 12

12. $E_{k_i} = 12,6 \text{ J}$
 $m = 5 \text{ g}$
 $\Delta T = ?$
 $C_p = 0,03 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$
 Pb

$V_f = 0$
 $E_{k_i} = 12,6 \text{ J} = \left(\frac{0,24 \text{ cal}}{1 \text{ J}} \right)$
 $Q = E_{k_i} = 3,024 \text{ cal}$
 $Q = C_{pPb} \cdot m \cdot \Delta T$
 $3,024 = 0,03 \cdot 5 \cdot \Delta T$
 $\Delta T = 20,16^\circ\text{C} \rightarrow \text{B}$

PROBLEMA 13

13. 1 kg de hielo es soltado desde una altura de 100 m. Determinar la cantidad de hielo que se derrite; considere que toda la energía generada en el choque es absorbida por el hielo (Temperatura del ambiente es 0°C ; $g = 10 \text{ m/s}^2$ y no se considera la fricción del aire)
- A) 240 g B) 2,99 g C) 30 g
 D) 300 g E) 24 g

RESOLUCIÓN 13

13. $m_{\text{hielo}} = 1 \text{ kg}$ (0°C) $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $h = 100 \text{ m}$
 $E_p = mgh$
 $E_p = 1 \cdot 10 \cdot 100$
 $E_p = 1000 \text{ J} \left(\frac{0,24 \text{ cal}}{1 \text{ J}} \right)$
 $Q = 240 \text{ cal}$
 $M_F \cdot L_F = 240$
 $M_F \cdot 80 = 240$
 $M_F = 3 \text{ g} \rightarrow \text{B}$

PROBLEMA 14

14. Se tiene un bloque de hielo de 1 250 g de masa a 0°C , si se le entregan 80 000 cal. ¿Qué sucede?
- A) El hielo se funde totalmente
 B) El hielo no se funde
 C) Sólo se funde la mitad de la masa
 D) Sólo se funde 64 g de hielo
 E) Sólo se funde 1 000 g de hielo

RESOLUCIÓN 14

14. 0°C
 $m_{\text{hielo}} = 1250 \text{ g}$
 $Q = 80000 \text{ cal}$
 ¿QUÉ SUCEDE?
 $M_F \text{ final} = 250 \text{ g}_{\text{hielo}}$

SEA m_x LA MASA QUE FUSIONA
 $Q = m_x \cdot L_F$
 $80000 = m_x \cdot 80$
 $m_x = 1000 \text{ g}$

Se funde solo $m_x = 1000 \text{ g} \rightarrow \text{E}$

PROBLEMA 15

15. Determinar la masa de agua a 10°C que puede ser calentada hasta 70°C por una masa de vapor de 600 g a 100°C
- A) 3,4 kg B) 4,2 kg C) 5,7 kg
 D) 7,4 kg E) 1 kg

RESOLUCIÓN 15

15

10°C $T_{\text{eq}} = 70^{\circ}\text{C}$ 100°C
 $M = ?$ $M_{\text{vapor}} = 600\text{g}$
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 = Q_2 + Q_3$
 $C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M \cdot \Delta T = M_v \cdot L_v + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M \cdot \Delta T$
 $1 \cdot M \cdot (60) = 600 \cdot 540 + 1 \cdot 600 \cdot (100 - 70)$
 $m = 5400 + 300$
 $m = 5700\text{g}$
 $\therefore m = 5,7\text{kg} \downarrow \text{C}$

PROBLEMA 16

16. En un calorímetro de equivalente en agua igual a 20 g, se tiene 180 g de agua en equilibrio térmico con 100 g de hielo. Si se inyecta 20 g de vapor de agua a 100°C . ¿Cuál es la temperatura de equilibrio?
- A) 10°C B) 0°C C) 20°C
 D) 15°C E) 23°C

RESOLUCIÓN 16

16

0°C T_{eq} 100°C
 $M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$ $M_{\text{vapor}} = 20\text{g}$
 $M_{\text{H}_2\text{O}} = 180\text{g}$ $M_{\text{H}_2\text{O}} = 300\text{g}$
 $E_{\text{g-H}_2\text{O}} = 20\text{g}$
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$
 $M_{\text{hielo}} \cdot L_F + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (T - 0) = M_v \cdot L_v + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (100 - T)$
 $100 \cdot 80 + 1 \cdot 200 \cdot T = 20 \cdot 540 + 1 \cdot 20 \cdot (100 - T)$
 $400 + 15T = 540 + 100 - T$
 $16T = 240$
 $\therefore T = 15^{\circ}\text{C} \downarrow \text{B}$

PROBLEMA 17

17. Se suministra 50 calorías por segundo a una muestra formada de un bloque de hielo a 0°C de 10 g. ¿Cuánto tiempo se necesita para que la muestra se transforme en vapor a 100°C ? ($L_F = 80\text{ cal/g}$ y $L_v = 540\text{ cal/g}$)
- A) 200 s B) 100 s C) 72 s
 D) 144 s E) 216 s

RESOLUCIÓN 17

17

0°C 100°C
 $M = 10\text{g}$ $M_{\text{vapor}} = 9\text{g}$
 $50\frac{\text{cal}}{\text{s}}$
 $t = ?$
 $Q_1 = M_{\text{hielo}} \cdot L_F = 10 \cdot 80 = 800\text{ cal}$
 $Q_2 = C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T = 1 \cdot 10 \cdot 100 = 1000\text{ cal}$
 $Q_3 = m \cdot L_v = 10 \cdot 540 = 5400\text{ cal}$
 $\therefore Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 7200\text{ cal} \downarrow$
 $\text{LUEGO: } 50\frac{\text{cal}}{\text{s}} - t = 7200 \cdot 1$
 $7200\text{ cal} - t \therefore t = \frac{7200 \cdot 1}{50}$
 $\therefore t = 144\text{s} \downarrow \text{D}$

PROBLEMA 18

18. Un calorímetro de equivalente en agua 9 g contiene "X" g de agua a 20°C . Con 1 kg de hielo a 0°C , se obtiene una temperatura de equilibrio de 18°C . ¿Cuál será la temperatura final si se duplica la cantidad de hielo introducido al calorímetro?
- A) 17°C B) 15°C C) 16°C
 D) 14°C E) 12°C

RESOLUCIÓN 18

18. Diagrama de calor: Q_1 (Hielo a 0°C), Q_2 (Hielo a 18°C), Q_3 (Agua a 20°C).
 $M_{\text{hielo}} = 1\text{g}$, $E_g = 40 = 9\text{g}$, $M_{\text{H}_2\text{O}} = x\text{g}$.
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $M_h \cdot L_f + c_e \cdot M \cdot \Delta T = c_e \cdot M_T \cdot \Delta T$
 $1 \cdot 80 + 1 \cdot 1 \cdot 18 = 1 \cdot (x+9) \cdot 2$
 $x = 40\text{g}$

18. Diagrama de calor: Q_1 (Hielo a 0°C), Q_2 (Hielo a 18°C), Q_3 (Agua a 20°C).
 $M_{\text{hielo}} = 2\text{g}$, $E_g = 40 = 9\text{g}$, $M_{\text{H}_2\text{O}} = x = 40\text{g}$.
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $M_h \cdot L_f + c_e \cdot M \cdot \Delta T = c_e \cdot M_T \cdot \Delta T$
 $2 \cdot 80 + 1 \cdot 2 \cdot T = 1 \cdot (49) \cdot (20 - T)$
 $T = 16^\circ\text{C}$

PROBLEMA 19

19. Un clavo de hierro de 20 g y calor específico 481 J/kg°C está siendo golpeado por un martillo de 2 kg de masa. La velocidad de impacto del martillo es $\sqrt{13}$ m/s. Si la mitad de la energía cinética es convertida en energía térmica del clavo. ¿Cuántas veces hay que golpear el clavo para elevar su temperatura en 25°C ?
 A) 17 golpes B) 20 golpes C) 27 golpes
 D) 30 golpes E) 37 golpes

RESOLUCIÓN 19

19. $M = 20\text{g} = \frac{1}{50}\text{kg}$, $Q = \frac{1}{2} E_k$
 $c_e = 481 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, $c_e \cdot m \cdot \Delta T = \frac{1}{2} (n \cdot \frac{1}{2} M v^2)$
 $\Delta T = 25^\circ\text{C}$, $M = 2\text{kg}$, $v = \sqrt{13} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $n = ?$
 $481 \cdot \frac{1}{50} \cdot 25 = \frac{1}{2} n \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (\sqrt{13})^2$
 $n = 37 \text{ golpes}$

PROBLEMA 20

20. Se introducen 100 gramos de hielo a 0°C en un calorímetro que contiene 2 kg de agua a 25°C . Si no se considera la capacidad calorífica del calorímetro la temperatura final será; y si el calorímetro tiene una capacidad calorífica de 40 cal/°C, su temperatura final será
 A) 22°C ; $22,1^\circ\text{C}$ B) 21°C ; $21,1^\circ\text{C}$
 C) 20°C ; $20,1^\circ\text{C}$ D) 23°C ; $23,1^\circ\text{C}$
 E) 24°C ; $24,1^\circ\text{C}$

RESOLUCIÓN 20

20. Diagrama de calor: Q_1 (Hielo a 0°C), Q_2 (Hielo a 18°C), Q_3 (Agua a 25°C).
 $M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 2000\text{g}$, $C_{\text{calorímetro}} = 40 \text{ cal/}^\circ\text{C}$.
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $M_h \cdot L_f + c_e \cdot M \cdot \Delta T = c_e \cdot M_T \cdot \Delta T + C_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta T$
 $100 \cdot 80 + 100 \cdot T = 1 \cdot 2000 \cdot (25 - T) + 40 \cdot (25 - T)$
 $80 + T = 500 - 20T$
 $21T = 420$
 $T = 20^\circ\text{C}$

20. Diagrama de calor: Q_1 (Hielo a 0°C), Q_2 (Hielo a 18°C), Q_3 (Agua a 25°C).
 $M_{\text{hielo}} = 100\text{g}$, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 2000\text{g}$, $C_{\text{calorímetro}} = 40 \text{ cal/}^\circ\text{C}$.
 $\Sigma Q = 0$
 $Q_1 + Q_2 = Q_3$
 $M_h \cdot L_f + c_e \cdot M \cdot \Delta T = c_e \cdot M_T \cdot \Delta T + C_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta T$
 $100 \cdot 80 + 100 \cdot T = 1 \cdot 2000 \cdot (25 - T) + 40 \cdot (25 - T)$
 $80 + T = 500 - 20T$
 $21T = 420$
 $T = 20^\circ\text{C}$

Dilatación de Sólidos: Dependiendo del número de dimensiones que se consideren, se distinguen los siguientes tipos de dilatación:

1. Dilatación Lineal:
 Reglas Empíricas $\Delta L (D.P.) \Delta T$ y $\Delta L (D.P.) L_0$

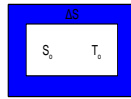


$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} = \text{cte} \quad \text{Coeficiente de Dilatación}$$

Lineal

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad (\Delta T = T_1 - T_0)$$

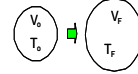
2. **Dilatación Superficial:**
Reglas Empíricas $\diamond \Delta S (D.P.) \Delta T$ y $\Delta S (D.P.) S_0$



$$\beta = \frac{\Delta S}{S_0 \Delta T} = \text{cte} \quad \text{Coeficiente de Dilatación Superficial}$$

$$S_f = S_0 (1 + \beta \Delta T)$$

3. **Dilatación Cúbica:**
Reglas Empíricas $\diamond \Delta V (D.P.) \Delta T$ $\Delta V (D.P.) V_0$

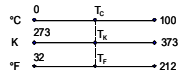


$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} = \text{cte} \quad \text{Coeficiente de Dilatación Cúbica}$$

$$V_f = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

CONSIDERACIONES

- (1) Escalas de temperatura:



$$T_C = \frac{5}{9} (T_F - 32) = T_K - 273$$

$$\Delta T_C = (5/9) \Delta T_F = \Delta T_K$$

- (2) Los diferentes coeficientes de dilatación se expresan en la inversa de grado de temperatura: °C⁻¹, F⁻¹, K⁻¹
(3) Para un mismo sólido si $\alpha \ll 1$: $\beta = 2\alpha$ y $\gamma = 3\alpha$